



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut
Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool

Martti Maasik

**METSAKULTIVEERIMISE MAJANDUSLIKU
OTSTARBEKUSE ANALÜÜS
ANALYSIS OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF
REFORESTATION**

Magistritöö
Metsamajanduse erialal

Juhendaja: dotsent Paavo Kaimre

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Martti Maasik		Õppekava: Metsamajandus	
Pealkiri: Metsakultiveerimise majandusliku otstarbekuse analüüs			
Lehekülgi: 39	Jooniseid: 5	Tabeleid: 18	Lisasid: 0
Õppetool:		Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool	
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood :		Metsandusteadus, B430	
Juhendaja(d):		Dotsent Paavo Kaimre	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu, 2021	
<p>Eestis kehtiv Metsaseadus kohustab metsaomanikke rakendama võtteid, mis pärast raiet või metsa hukkumist tagavad uuenenud metsa. Metsaomanikud võivad loota looduslikule uuenemisele, aidata looduslikule uuenemisele kaasa või uuendada raiesmikud metsakultiveerimise teel. Magistritöös otsitakse vastust uurimisküsimusele: Kas metsakultiveerimine on majanduslikult otstarbekas tegevus, mis pikas perspektiivis on kasulik nii omanikule kui majandusele tervikuna?</p> <p>Magistritöös võrreldakse metsakultiveerimist ja looduslikku uuenemist jänesekapsa, jänesekapsa-mustika, sinilille, mustika ja karusambla-mustika kasvukohatüübis, samuti on välja toodud angervaksa ja naadi kasvukohatüübi puistu majandamise tulusus looduslikult uuenenud aladel. Analüüsid tehti metsakasvukohatüüpide kohta, kus Riigimetsa Majandamise Keskus tegi 2019.a metsakultiveerimist kõige enam.</p> <p>RMK-st saadi andmed enim kultiveeritud kasvukohatüüpide kohta, metsauuenduse hoolduste ja valgustusraiate keskmised korduste arvud. Metsaregistri andmeid kasutati puistute tulevase koosseisu prognoosimiseks erinevates kasvukohatüüpides, andmete analüüs toimus RStudio keskkonnas. Majandamise tulususe arvutamisel kasutati A. Simsi koostatud sortimenteermisprogrammi ja Microsoft Exceli tabelarvutusprogrammi.</p> <p>Töös analüüsitakse, kuidas mõjutab okaspuude kultiveerimine puistute tagavara, liigilist koosseisu ja majandamise tasuvust.</p> <p>Selgus, et uuendusraie vanusesse jõudes on kultiveeritud kuuse- ja männipuistud 45-66 tm/ha, keskmiselt 59 tm/ha tootlikumad kui samas kasvukohatüübis looduslikult uuenenud puistud. Uuendusraie vanuses on kultiveeritud puistutes okaspuude osakaal 72-81 protsenti puistu koosseisust ja loodusliku uuenduse puhul kujunevad lehtpuu enamusega puistuid. Samuti selgus, et kultuurpuistud on majanduslikult omanikule kasumlikumad 1364-2486 eur/ha kohta. Kõikides uuritavates kasvukohatüüpides olid kultuurpuistute majandamine võrreldes looduslikult uuenenutega tasuvam.</p>			
Märksõnad: metsakultiveerimine, looduslik uuendus, puistu majandamise keskmine tulu			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Master's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Martti Maasik		Speciality: Forest management	
Title: Analysis of the economic feasibility of reforestation			
Pages: 39	Figures: 5	Tables: 18	Appendixes: 0
Chair:		Chair of forest management planning and wood-processing technologies	
Field of research and (CERC) code:		Forest Sciences, B430	
Supervisors:		Associate professor Paavo Kaimre	
Place and date:		Tartu, 2021	
<p>The current Estonian Forest Act obligates forest owners to apply measures to ensure the regeneration of the forest after clear cut or forest loss. Forest owners can either rely on natural regeneration, contribute to it or reforest clear cut areas through reforestation. This master's thesis attempts to answer the following question: Is reforestation an economically viable activity that benefits both the owner and the economy as a whole in the long run?</p> <p>The master's thesis compares reforestation and natural regeneration in the <i>Oxalis</i>, <i>Oxalis</i> - <i>Vaccinium myrtillus</i>, <i>Hepatica</i>, <i>Vaccinium myrtillus</i> and <i>Polytrichum</i> - <i>Vaccinium myrtillus</i> site type forests, also there is forest management profitability in natural regeneration <i>Filipendula</i> and <i>Aegopodium</i> site type forests. Analyses were performed on forest site types in which the State Forest Management Centre (Riigimetsa Majandamise Keskus, RMK) carried out the most reforestation in 2019.</p> <p>The RMK provided data on the most cultivated site types and on the forest management activities. The data from the Estonian Forest Register was used to forecast the future composition of stand in those site types. The data analysis took place in RStudio. Management profitability was calculated using the assortments prognosis program compiled by A. Sims and Microsoft Excel.</p> <p>The thesis analyses how conifer cultivation affects the average volume per hectare of stands, species composition and management profitability. It turned out that mature fir and pine stands are more productive per 45–66 m³/ha, 59 m³/ha on average, than naturally regenerated stands in the same site types. Conifers make up about 72–81% of the stand in cultivated stands at the age for regeneration cutting, while most of the stand is deciduous in the case of natural regeneration. It also turned out that cultivated stands are economically more profitable for owner by 1364–2486 €/ha. Managing cultivated stands was more profitable compared to naturally regenerated ones in all site types.</p>			
Keywords: reforestation, natural regeneration, average income from stand management			

SISUKORD

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	5
SISSEJUHATUS	6
1. METSAKULTIVEERIMISE OLUKORD EESTIS	8
1.1. Varasemad metsauuenduse uurimistööd.....	11
1.2. Puistute koosseisu dünaamika	12
1.3. Metsakasvatustlike võtete kirjeldus	13
2. PUISTUTE MAJANDAMISE SOOVITUSLIKUD SKEEMID.....	15
2.1. Kaasikute majandamine	15
2.2. Kuusikute majandamine	16
2.3. Männikute majandamine.....	17
3. MATERJAL JA METOODIKA	19
4. TULEMUSED.....	24
4.1. Metsakultiveerimise mõju metsamajanduse tasuvusele uuritud kasvukohatüüpides	25
4.2. Metsa uuendamise ja hooldusraiate kulud RMK 2019. aasta andmetel	30
5. ARUTELU	33
KOKKUVÕTE	35
KASUTATUD KIRJANDUS	37

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

Tabel 1. Lühendite ja tähiste loetelu

Lühend	Tähendus
Puuliigid:	
KU	Kuusk
KS	Kask
LM	Must lepp
LV	Hall lepp
HB	Haab
MA	Mänd
Kasvukohatüübid:	
AN	Angervaksa
JK	Jänesekapsa
JM	Jänesekapsa-mustika
JO	Jänesekapsa-kõdusoo
JP	Jänesekapsa-pohla
KL	Kastikuloo
KM	Karusambla-mustika
KN	Kanarbiku
KR	Karusambla
LD	Lodu
MO	Mustika-kõdusoo
MS	Mustika
ND	Naadi
OS	Osja
PH	Pohla
RB	Raba
SJ	Sõnajala
SL	Sinilille
SN	Sinika
SS	Siirdesoo
TA	Tarna-angervaksa
TR	Tarna
Muud:	
LU	Looduslik uuendus
MUH	Metsauuenduse hooldamine
RMK	Riigimetsa Majandamise Keskus
UR	Uuendusraie

SISSEJUHATUS

Metsakasvatustlike võtteid on mitmeid, neist olulisemad metsakultiveerimine, kultuuride hooldamine ja valgustusraie, millega pannakse alus tulevikus kasvavale metsale. (Jäärats 2020). Kultuuride õnnestumist ja hooldusraiete mõju on uuritud üsnagi palju, st kuidas need mõjutavad puistu juurdekasvu ja liigilist koosseisu või kui jätta mõne töö tegemine ära, kuidas see mõjutab negatiivselt puistu tuleviku arenemist. Kuna valikuid erinevate metsakasvatustlike võtete jaoks on palju, siis tuleb arvestada sellega, et ühte ja ainsat õiget lahendust ei ole olemas. Metsauuendamise eesmärgiks on lühima aja jooksul sobivate puuliikidega metsa uuendamine. Eetilisest aspektist vaadates, kuna hetkel uuendusraiet tehes saadakse tulu eelmiste põlvkondade tööst ja tuleb mõelda ka järgmiste põlvete peale, et ka nemad saaksid näha seal väärtuslikku metsa (Laas jt. 2011: 443).

Metsakultiveerimise plussideks on kiirem uue metsapõlve rajamise kiirus, ühtlasem uuendus alal, soovitud tiheduse ja koosseisuga noorendik ning sobivate puuliikidega uuendamisel tagatakse puistu parem tootlikkus. Metsakultiveerimise miinusteks võib öelda, et looduslikule uuenemisele jätmine on odavam, kuna sellega ei kaasne metsaomanikule kulusid. Loodusliku uuenduse puhul uueneb puistu sellele konkreetsele kohale kohastunud puudega (Laas jt. 2011: 424).

Metsakultuuride rajamisega külvamise teel alustati Eestis juba 19 sajandil. Kuni 1917. aastani tehti Eestis metsauuendust kokku üle 100 000 hektari. Eesti Vabariigi algusaastatel takistas metsakultiveerimist seemnetagavarade vähesus, samas oli I maailmasõja tagajärjel tekkinud palju raiesmikke. Alates 1923.aastast suurenes metsakultiveerimise maht, aastatel 1923-1940 teostati riigimetsades metsauuendust $\frac{3}{4}$ ulatuses külvamise teel ning umbes 4000 hektarit aastas. Enim rajati metsakultuure peale II maailmasõda, aastal 1948 lausa 16100 hektarit, aga need mahud langesid mõne aasta jooksul 5300 hektarini. Kuna sõja tagajärjel oli hävinenud taimlamajandus, kasutati esialgu külvamist ning 1950-ndate teisest poolest põhiliselt kuuseistikuid. Hilisemalt suurenesid kultiveerimise mahud veel peaaegu 10000 hektarini aastas, kui uuendati 1967.a. ja 1969.a. suurormide poolt kahjustatud

metsasid. Kuni 1980-ndate keskpaigani püsisid riigimetsa metsakultiveerimise mahud 6000 – 8000 hektarit aastas. Edaspidi hakkasid metsauuendamise mahud jällegi langema, jõudes madalseisu 1992.a., samas oli uuendusraie alade protsent lageraie aladest üle 80%. Vaadeldes perioodi kuni 2000 aastani, toimus pärast 1992.a. madalseisu metsakultiveerimise mahu tõus (Laas 2001: 6-9).

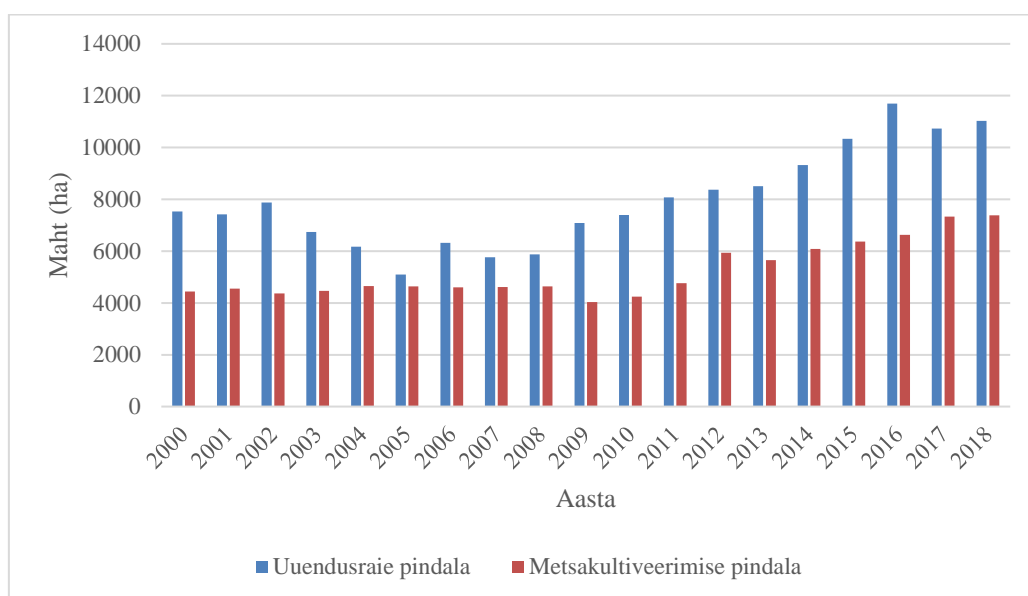
Metsandus annab tööd suurele hulgale Eesti rahvast ja on oluline osa just maapiirkondade tööhõives. Kui me jätame istutamata lageraielanke kaob koheselt ahelast ära taimede istutamise töö ja kultuuride hooldused. Metsaomanik võib näha neis tegevustes kulu, aga enamasti kasvab uues metsapõlves seal lehtpuu, millest suurema tõenäosusega saab tulevikus seda realiseerides väiksemat tulu. Kuna okaspuude osakaal meie metsades pidevalt väheneb, eriti just erametsades ja raielankide kultiveerimata jättes tekivad enamuses lehtpuumetsad, siis ei suuda me okaspuude osakaalu metsades säilitada või tõsta. Magistritöö koostamisel lähtutakse hüpoteesist, et metsakultiveerimine on majanduslikult otstarbekas tegevus, mis pikas perspektiivis on kasulik nii omanikule kui majandusele tervikuna.

Eesmärk on selgitada, kuidas mõjub raiesmike kultiveerimine okaspuudega puistute liigilist koosseisu ja majandamise pikaajalist tasuvust.

Avaldan tänu oma juhendajale dotsent Paavo Kaimrele, kes oli oma nõu ja jõuga suureks abiks töö valmimisel.

1. METSAKULTIVEERIMISE OLUKORD EESTIS

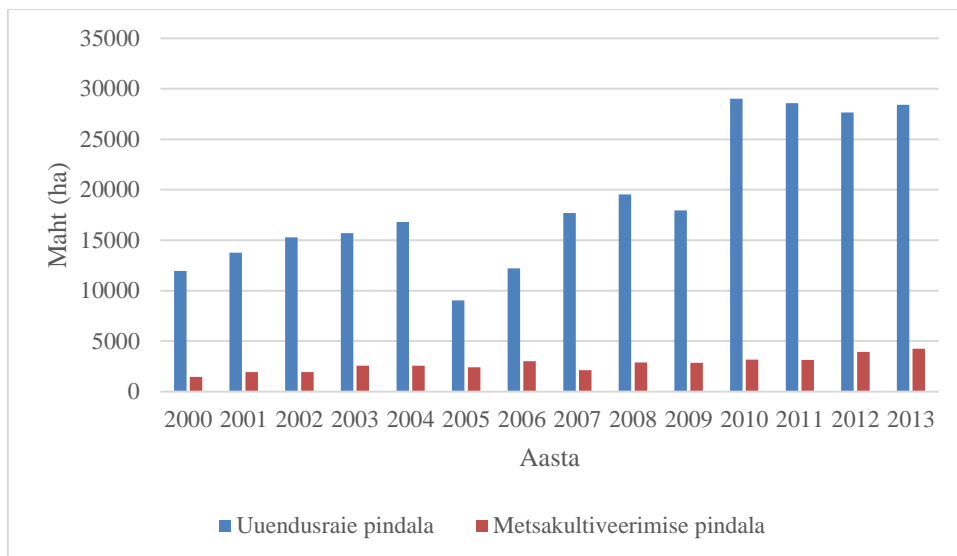
RMK uuendusraie ja metsakultiveerimise proportsioonid aastatel 2000 – 2018 on näha joonisel 1. Arvestatud on ainult metsaistutust ja metsakülvi. Sellel perioodil on uuendatud istutuse või külvi teel keskmiselt 65% uuendusraie pindaladest (Aastaraamat Mets 2018, 2020).



Joonis 1. RMK uuendusraie ja metsakultiveerimise mahud hektarites (Aastaraamat Mets 2018, 2020).

Erametsades uuendusraie ja metsakultiveerimise mahud on nähtavad joonisel 2. Keskmine metsakultiveerimise maht ajavahemikul 2000 - 2013 on 14,5% aastas kogu uuendusraie pindalast. Edaspidi metsakultiveerimise andmeid erametsade kohta ei ole, kuna kadus ära kohustus teatada metsauuendamisest erametsades (Aastaraamat Mets 2013, 2014). 2016. aasta Metsanduse arengukava täitmise aruandes 2011-2016 tuuakse välja, et erametsade uuendusraie uuendamise istutuse ja külvi teel oli 28%, samal aastal RMK istutas ja külvas 59% uuendusraie aladest (Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise... 2017). Eesti metsanduse arengukavas aastani 2020 sätestati, et erametsades tuleb aastaks 2020 uuendada 40% uuendusraiate pindalast (Eesti metsanduse... 2011). 2018. aasta Eesti

metsanduse arengukava täitmise aruandest selgub, et tegelikult uuendatakse umbes 30% erametsade uuendusraie aladest ja RMK puhul oli metsaistutus ja -külv 77% uuendusraie aladest (Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise... 2021).

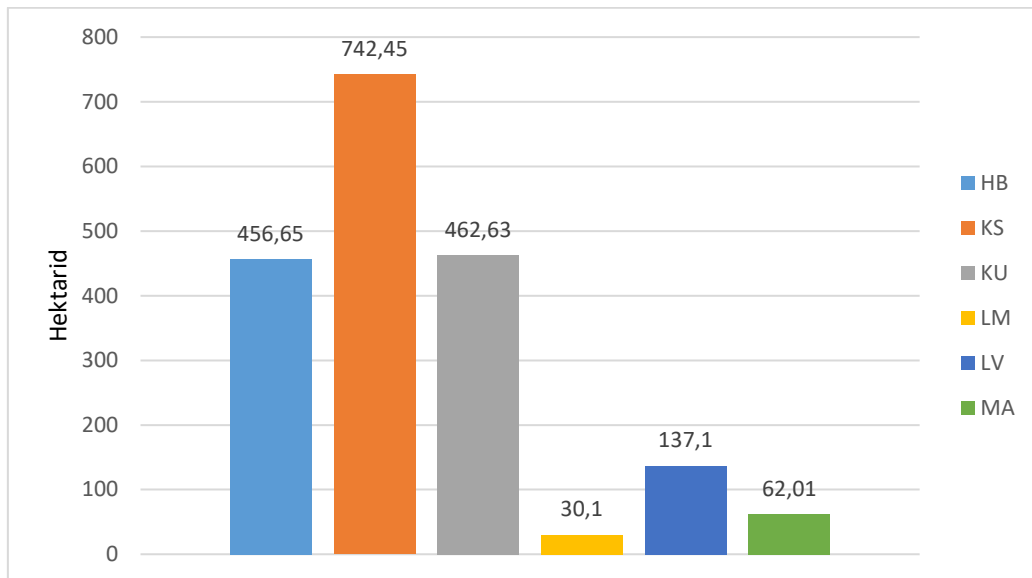


Joonis 2. Erametsade uuendusraie ja metsakultiveerimise mahud hektarites (Aastaraamat Mets 2013, 2014).

Metsanduse arengukava 2016. aasta täitmise aruandes tuuakse välja, et 2007.a. tehtud erametsade uuendusraietest on 2014. aastaks uuenenud 72% ulatuses lehtpuuga. Okaslehtpuu segametsaks 20% ja oksaspuuga ainult 8% (Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise... 2017). 2018. metsanduse arengukava täitmise aruandes tuuakse välja, et 2018.a. tehti metsauuenduse hindamist üle 10000 hektaril. Uuriti noorendikke, mille uuendusraiest oli möödas viis aastat. Kuusikutest olid uuenenud 64% kasega ja 21% haavaga, männikute puhul 69% kasega ja 14% männiga (Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise... 2021). Uuringu tulemus näitab lehtpuude osakaalu tõusu uuendatud aladel.

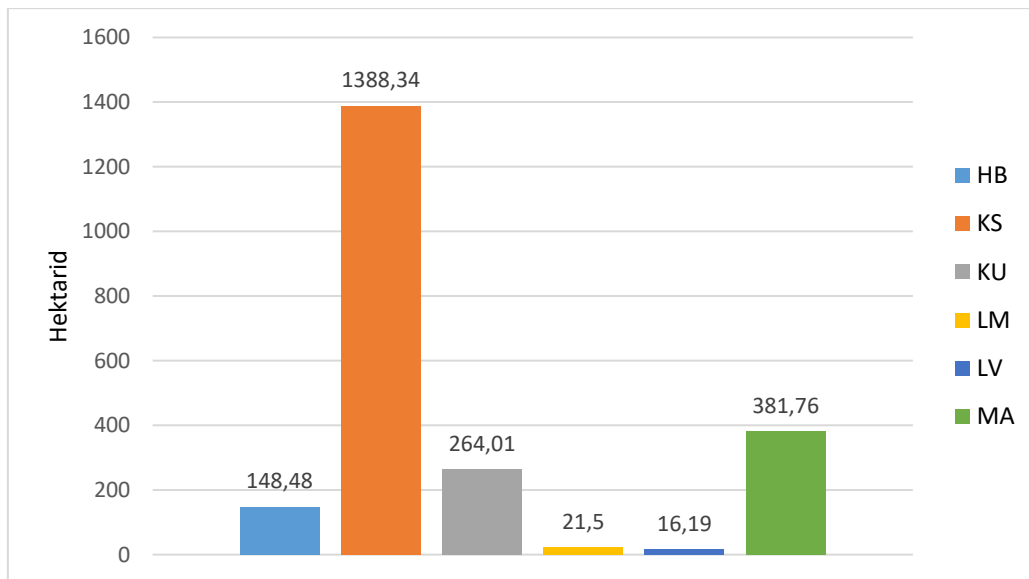
Joonistel 3 ja 4 on näha Keskkonnaameti 2020.a. läbi viidud inventuuri andmed erametsade 2014. aasta okaspuu enamusega lageraielankide puuliigi muutuse kohta pärast 5 aastast uuenemise perioodi. Mõlemal joonisel on välja toodud Ia-III boniteedi puistud, kus eelnevalt olid enamuspuuliigiks okaspuud. Joonisel 3 on välja toodud kuuse enamusega puistute enamuspuuliigi muutus, mida uuriti kokku 1889 hektaril. Sellest oli uuesti kuusega uuenenud 462 hektarit. Kõige enam oli uuenenud kasega 742 hektarit,

sellele järgnes haab 456 hektarit. Halli lepaga oli uueneud 137 hektarit, musta lepaga 30 hektarit ja männiga 62 hektarit. Okaspuuga oli uuesti uuenenud 27% uuendusraie aladest.



Joonis 3. Kuuse enamusega puistute enamuspuuliigi muutus erametsades 5 aastat peale lageraiet 2020.a inventuuri andmetel.

Joonisel 4 on näha enamuspuuliigi muutus puistutes, kus eelnevalt kasvas enamuspuuliigina mänd. Kokku oli uuritavaid alasid 2218 hektarit. Männiga oli uuenenud 381 hektarit. Kõige enam oli uuenenud kasega 1388 hektarit, millele järgnes kuusk 264 hektariga. Haavaga oli uuenenud 148 hektarit, musta lepaga 21 hektarit ja 16 hektarit halli lepaga. Uuesti okaspuuga uuenes 29% uuendusraie uuritud aladest.



Joonis 4. Männi enamusega puistute enamuspuuliigi muutus erametsades 5 aastat peale lageraiet 2020.a inventuuri andmetel.

1.1. Varasemad metsauuenduse uurimistööd

Eelnevatel aastatel on tehtud Eesti Maaülikooli üliõpilaste poolt uurimustöid lageraielankidel metsauuendustööde kordaminekust. Samuti on uuritud ka looduslikule uuendusele jäetud aladel kasvavaid puuliike ja nende arvukust. Järgnevalt lühiülevaade mõnest vastavast tööst.

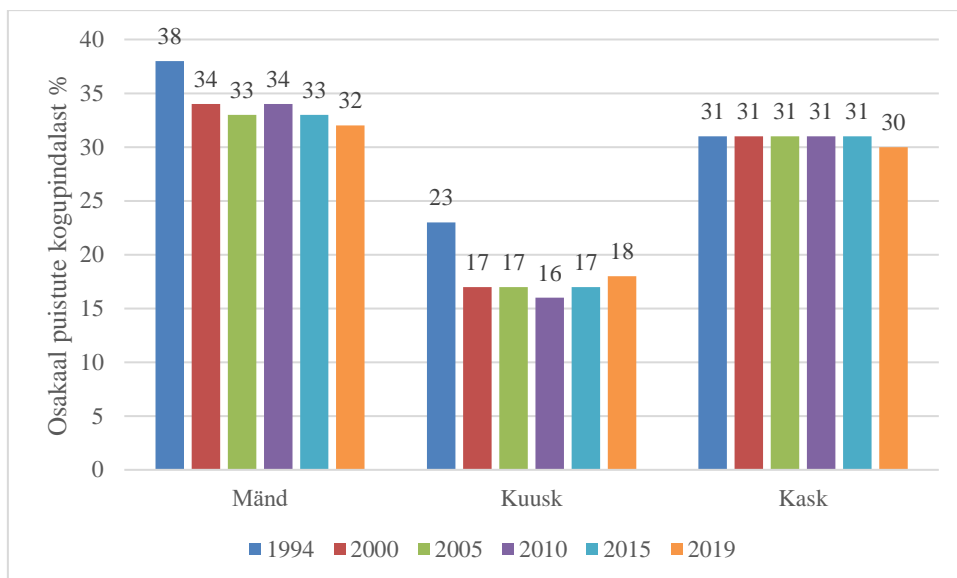
Rasmus Varriku 2019. aasta bakalaureusetöös uuriti RMK Võrumaa metskonna metsauuenduse kordaminekut sõltuvalt kasutatud kultiveerimismeetodist. Nimetatud töös toodi välja, millistel kasvukohatüüpidel oli vaja kõige rohkem teha metsauuendamise täiendamist. Töös kajastuv karusambla-mustika kasvukohatüüp oli välja toodud kui üks parimaid kasvukohatüüpe, kus täiendamisvajadus puudus. Tulemustest selgus, et täiendamise vajadus oleneb suuresti uuendatava ala suurusest, üle 5 hektarilistel lankidel vajas täiendamist 70% alast, kuid väiksematel aladel oli täiendamise vajadus palju väiksem, nt 4-5 hektarilistel aladel ainult 30%. Hariliku kuuse puhul vajasid enim täiendamist alad, kus oli istutatud kuusk ilma maapinna ettevalmistuseta. (Varrik 2019).

Merilyn Kasepuu 2016. aasta bakalaureusetöös uuriti, kuidas 5 aastat peale lageraiet on mets looduslikult uuenenud. Lageraie eelselt oli enamustel uuritud eraldistel peapuuliigiks okaspuud. Lehtpuudest olid uuenenud aladel enim harilik haab, kask ja hall lepp. Tuuakse välja, et raiesmikel oli puude paiknemine paljudel eraldistel ebaühtlane. Puude arv hektari kohta varieerus 13000 tk/ha kuni 18000 tk/ha kohta. Selgus, et peamisteks puuliikideks 5 aastat peale lageraiet olid erinevad lehtpuud. Okaspuude osakaal oli väga väike ja nad olid oma kasvus lehtpuudele alla jäänud (Kasepuu 2016).

Aavo Ärmi 2018. aasta magistritöös uuriti loodusliku uuenduse liigilist koosseisu ja arvukust sõltuvalt maapinna ettevalmistusest. Uuritavad lageraielangid olid uuenenud 3-5 aastat ja kogupindala 48 hektarit. Tööst selgus, et maapinna ettevalmistusega aladel oli keskmiselt üle 3000 puu hektari kohta rohkem kui ettevalmistamata aladel. Nii ettevalmistatud kui ka ettevalmistamata aladel esines enim puuliikidest just kask, peaaegu pooled eraldistel kasvanud puudest olid kased. Lehtpuude arvukuselt järgnesid harilik haab, hall- ja must lepp. Okaspuude osakaal vaadeldud eraldistel jäi üsnagi tagasihoidlikuks ja pigem esines okaspuid ettevalmistatud maapinnaga eraldistel (Ärm 2018).

1.2. Puistute koosseisu dünaamika

Aastaraamatust Mets 2019 saadud andmete alusel on tehtud joonis 5, kus kirjeldatakse männi, kuuse ja kase osakaalu puistute pindalast (Aastaraamat Mets 2019... 2020:33). Sellest on näha, et viimase 25 aasta jooksul on männi osakaal puistute kogupindalalt langenud 6%, kuuse puhul 5% ning vahepeal olnud lausa 7%. Kase puhul on näha osakaalu stabiilsust.



Joonis 5. Puuliikide osakaalu muutumine (Aastaraamat Mets 2019, 2020).

Viimase 20 aasta jooksul on kõige rohkem vähenenud erametsades korraldatud puistute enamuspüüliigi osakaal kuusikutes 25%-lt 14%-ni. Männi osakaal on langenud 30%-lt 22%-ni. Kogu okaspuude osakaal on vähenenud 55%-lt 38%-ni, seega okaspuude osakaal vähenenud kokku 17%. Samas on kaasikute osakaal tõusnud 10%, 30% pealt 40% peale. Halli lepa puhul on samuti näha osakaalu tõusu. Lehtpuude osakaal on kokku tõusnud 17% võrra (Aastaraamat Mets 2019, 2020:69). Eelnev kirjeldus näitab ilmselget lehtpuude osakaalu tõusu ja okaspuu puistute osakaalu langust, mille põhjuseks on väike okaspuu kultuuride rajamine erametsades.

Riigimetsa korraldatud puistute enamuspüüliigi muutuses on samuti toimunud okaspuumetsade osakaalu vähenemine, mis on 8%. Ka lehtpuude osakaal on tõusmas. Selle põhjuseks tuuakse asjaolu, et RMK-le üle antud reformimata metsamaade inventeerimisel selgub, et nende puhul on tegemist kehvema tootlikusega puistutega, mille seas esinebki peamiselt lehtpuu metsasid (Aastaraamat Mets 2019... 2020:69).

1.3. Metsakasvatustlike võtete kirjeldus

Esmaseks metsakasvatustlikuks võtteks uue metsapõlve rajamisel on metsauuendamismeetodi valimine: looduslik uuendus, looduslikule uuendusele

kaasaaitamine ja metsakultiveerimine. (Laas jt. 2011: 422) Need valikud tuleb teha vastavalt kasvukohatüübile ja sellele, millist puuliiki seal soovitakse tulevikus näha. Soovides näha lehtpuupuistut on mõistlik jätta ala looduslikule uuendusele, segametsa ja okaspuu puhtpuistut soovides tuleks kasutada istutamist (Laas jt. 2011: 424). Edasist puistu arengut mõjutatakse kõige enam kahe hooldusraie liigiga: valgustusraie ja harvendusraie. Sellega soodustatakse juba noores eas puistu suuremat juurdekasvu ja otsustatakse mis puuliigid seal kasvavad. Noore metsa hooldamine on omanikule küll kulu, aga selle eest tagavad hooldusraied kiirema puistu kasvu ja parema tervisliku seisu (Hooldusraied 2021).

Valgustusraie tehakse kuni 20 aastases puistus või seadusest tulenevalt kuni 8-sentimeetrise keskmise diameetriga puistus (Metsa majandamise eeskiri 2007, § 6 lg 1). Valgustusraie tegemise peamine eesmärk on puistus sobiva liigilise koosseisu kujundamine tulevikuks ja olenevalt puuliigist vastavalt valgustingimuste reguleerimine. Tänu sellele kasvavad puud kiiremini ja puistu biomass suureneb. Istutatud puistute puhul eemaldatakse valgustusraie käigus istutatuid puid lämmatavad kaaspuuliigid (Valgustusraied 2021). Valgustusraiet võib pidada üsnagi loomingulikuks tegevuseks.

Harvendusraiet tohib teha üle 8- sentimeetrise keskmise rinnaspindalaga puistutes. Täpselt on reglementeeritud harvendusraiate järgne esimese rinde rinnaspindala, mis on leitav keskkonnaministri määruse „Metsade majandamise eeskirja“ Lisast 1 (Metsa majandamise eeskiri Lisa 1, 2007). Harvendusraiate eesmärk on puistu viimane kujundamine selliseks nagu seda soovitakse näha lõppraies, arvestades liigilist koosseisu ning seal kasvavate puude omapärasid. Kindlasti ei tohi puistut harvenda nii, et see muutuks tormihellaks, erinevatele seenhaigustele ja putukatele vastuvõtavamaks. Kasvama jäetakse puud, millel on tulevikus parem väljavaade kvaliteetsema puidu saamiseks ja seeläbi suurendatakse nende toodete tegemist, kus on võimalik süsiniku kauemaks ajaks siduda. Harvendusraietega võetakse kasutusele nende puude puit, mis loodusliku valiku tulemusel konkurentsist teistele alla jäävad ja sureksid ning antakse sellele puidule lisandväärtus (Harvendusraied 2021).

2. PUISTUTE MAJANDAMISE SOOVITUSLIKUD SKEEMID

Puistute majandamisskeemid on abiks metsaomanikule majandamisotsuste langetamisel. Siinkohal tuuakse välja enam levinud puistu majandamise skeemid. Töös kasutati antud skeeme koos RMK-s kasutatavate majandamisskeemidega ning nende alusel määrati puistu majandamise tasuvusarvutustes metsakultuuride hoolduste ja valgustusraiete korduste arv.

2.1. Kaasikute majandamine

Esimestel hooldustel tuleb arvestada, et kaasikud uuenevad nii kännuvõsust kui ka seemneliselt. Kask on valgusnõudlik ning üldiselt keskmise juurestikuga puuliik. Sookased on üsnagi pindmise juurestikuga ja seetõttu ei ole neid otstarbekas jätta seemnepuudeks. Kasekultuuri istutades tuleks arvestada, et edaspidi on vaja teha keskmiselt kaks korda metsauuenduse hooldamist ja üks valgustusraie. Looduslikule uuendusele jäetud aladel esimese kümne aasta jooksul tavaliselt hooldusraieid ei tehta, kui tehakse, siis raiutakse välja raagremmelgaid, haabasid ja kiiresti kasvavaid põõsaid. Kuna kask annab väga head looduslikku uuendust, siis võib hõrendada ülitihedaid looduslikke uuendusi (Tullus 2016: 16-24).

Kaasikute edasisel majandamisel saab minna kahte teed, üheks variandiks on esimese hooldusraie teostamine umbes 15 aastases puistus. Selle variandiga kasvab puistu noores eas tihedalt, mis tagab varajase loodusliku laasumise, kuid kaotame tunduvalt puistu jämeduskasvus. Teine hooldusraie toimuks umbes 25 aastases puistus ja see oleks harvendusraie. Teise variandi puhul tagatakse paari hooldusraiega kümnendaks eluaastaks sarnase tihedusega puistu, mis me saaks kasekultuuri istutades, st. umbes kaks tuhat puud hektari kohta. Selle variandiga saadakse suurim jämeduskasv, aga kaotame puude laasumises, mis võib tekitada puidu hilisema kvaliteedi languse. 25 aasta möödudes toimub

esimene harvendusraie ning saadakse üsnagi palju puitu. Mõlema majandamisvariandi puhul tuleb säilitada kuuse järelkasv, mis aitab kaasa kaskede laasumisele. Edaspidi tuleb mõlema variandi puhul teha veel üks harvendusraie alameetodil, seda umbes 40 aastases puistus. Kõige paremaks vahekorraks kase ja kuuse segunemisel peetakse koosseisu 70KS 30KU. Lõppraie teostamiseks tuleb oodata, kas küpsusvanuse või küpsusdiameetri saabumist (Tullus 2016: 16-24).

2.2. Kuusikute majandamine

Harilik kuusk on varjutaluv puuliik, ta on võimeline kasvama tiheda puistuna, teises rindes, järelkasvuna ja alusmetsana. Ilusama kuusiku saamiseks tuleb puistu panna kasvama viljakasse kasvukohta. Soovides saada ilusat kuusikut tuleb näha palju vaeva puistu algsel hooldamisel. Hooldusraieid kuni kümne aastases puistus tuleb teha korduvalt. Esmalt tehakse metsauuenduse hooldust - istutatud taimede ümbert niidetakse heina. Kuna lehtpuud kasvavad palju kiiremini kui kuused, siis paari aasta pärast, kui kuused heina kasvust väljas on ja tagamaks, et kuusk ei jääks lehtpuudele kasvus alla, raiutakse lehtpuud kuuskede ümbert ära (Jäärats 2020:15).

10-20 aastases kuusikust raiutakse välja lehtpuid ja harva ka kuuski endid, seda juhul kui puistu on väga tihe. Seejuures tuleb silmas pidada, et 20 aastases kuusikus tekib põdra tekitatud kahjustustuse oht. Valgustusraiete vahe selles eas võiks olla umbes 5 aastat ehk tuleb teha kaks valgustusraiet. Valgustusraiet tehakse vastavalt soovile, millist puistut soovitakse kujundada. Kui soovitakse kujundada puhtpuistu, tuleb endiselt välja raiuda kõik lehtpuud. Soovides kujundada lehtpuuga segametsa jätta alles nooremaid lehtpuid, mis ei sega kuuse kasvu (Jäärats 2020:16).

20-40 aastases kuusikus harvendusraiet tehes võib esineda kolm erinevat olukorda lähtuvalt sellest, milliseid hooldustöid selles puistus varasemalt on tehtud. Esimese variandi puhul on hektaril umbes paar tuhat kuuske ja lehtpuid ei esine, siis selles ajavahemikus pole vaja hooldustöid teha, vajadusel üks harvendusraie 40-50 aastaseks. Teise variandi puhul on tegemist segapuistuga, näiteks kuused ja kased. Sellisel juhul kui

eri liiki puud on ühekõrgused, tuleks välja raiuda lehtpuid. Lehtpuid alles jätta rohkem sinna, kus kuused ei kasva või on suur juurepessu ohuala. Kuusk on üsnagi tormihell puuliik, seetõttu ei tohi puistut raiuda väga hõredaks, tormikahjustuste ohu tõttu (Metsaomaniku 2012).

Üle 40 aastates puistutes tehakse hooldusraied alameetodil, täiust ei tohi viia alla 70%. 40 aastases puistust kuni küpsusvanuse saabumiseni on soovituslik teha 1-2 hooldusraiet ja üle 50 aastates puistutes ei soovitata üldse harvendusraieid teha. Kokkuvõtvalt võib öelda, et kuusikute puhul tuleb luua selline puistu nagu soovitakse just varases eas, kuna vanemaealistes puistutes tekivad kuusikutes erinevad ohud nii põdra, juurepessu kui ka tormide tõttu (Laas jt. 2011).

2.3. Männikute majandamine

Männikute majandamisel esimese kümne aasta jooksul konkureerivate puuliikide puudumisel valgustusraieid ei tehta. Juhul kui esinevad konkureerivad puuliigid, tuleb kindlasti välja raiuda lehtpuud ja põõsad, mis on kiiremakasvulised ja ei anna mändidele piisavalt valgust, sest mänd on valgusnõudlik puuliik ja vajab kasvamiseks palju valgust. Metsauuendusi hooldatakse esimese kümne aasta jooksul umbes kolm korda vastavalt vajadusele. Välja raiutakse alati haavad, sest nad on vaheperemeestaimeks männi pigirooste. Kui on tegemist külvatud männikuga, jäetakse lapile kasvama 3-5 puud, sest põder võib neid vigastada (Jäärats 2020:17).

10-20 aastaseks tehakse küllaltki tagasihoidlik valgustusraie - puud pigem mitte raiuda, vaid väljaraiele kuuluvatel puudel ladvad maha murda, et puu enam edasi ei kasvaks, kuid kaitseks tulevikupuud põdra eest. Külvikultuurides jäetakse selles vanuses alles üks, kõige suurem puu kasvulapist. Teine valgustusraie hea boniteediga kultuuris võiks teha 5-7 aasta pärast kui raiutakse kindlasti välja liiga suured lehtpuud ja üldiselt just lehtpuud, eelistades okaspuude säilimist (Jäärats 2020:17-18).

20-40 aastases männikus tehakse harvendusraie, kus pigem raiutakse jällegi lehtpuid, harvendada tuleb ka kindlasti mände ja viljakamates kasvukohtades teise rinde kuuski. Edasi on mõistlik oodata juba küpsusvanust ja kui see käes, teostada uuendusraie (Metsaomaniku 2012).

3. MATERJAL JA METOODIKA

Uuritavate kasvukohatüüpide puistute andmed saadi Metsaregistrist. Metsaregister on metsavarude arvestuse riiklik register. Selle eesmärgiks on Eesti metsade üle arvestuse pidamine. Metsaregistrist on võimalik saada infot metsade pindala, tagavara, paiknevuse ja seisundi üle (Metsaregister... 2018). Analüüsiks kasutatud kuuse kultuurpuistute kirjeid oli 8624 ja samade kasvukohatüüpide looduslikult uuenenud alade kirjed oli 17082. Männi kultuurpuistute kirjed oli 9784 ja samade kasvukohatüüpide looduslikult uuenenud alade kirjeid oli 18202.

Metsaregistri andmebaasi väljavõtte põhjal tehti andmeanalüüs, et hinnata, millised puuliigid uuritavates kasvukohatüüpides tulevikus potentsiaalselt kasvavad ja milline on puistute koosseis. Metsaregistrist saadud andmete analüüs ja süstematiseerimine toimus RStudio keskkonnas. RStudio on vabavara, mis on mõeldud andmete töötlemiseks, analüüsiks ja visuaalseks kuvamiseks (RStudio 2021).

Kultuurpuistute puhul võeti Metsaregistrist päringu aluseks seal puistus kasvukohatüübi peapuuliik, näiteks kuusk ja puistu pidi olema tekkinud istutamise või külvamise teel. Okaspuude osakaalu puistu koosseisus ei määratletud, tingimuseks seati, et enamuspuuliik oleks okaspuu. Kuuse puhul valiti parameetriteks 60 aastased puistud ja ka nooremad puistud, mis olid saavutanud küpsusdiameetri 26 cm. Sama kasvukohatüübi loodusliku uuenduse andmed saadi peapuuliiki määratlemata ja tekkeviisiks valiti seemne- või võrsetekkeline. Vanuseks valiti samuti 60 aastased puistud või nooremad, mis olid saavutanud enamuspuuliigi küpsusdiameetri. Edasise andmete analüüsi käigus selgitati kasvukohatüübi puistu koosseis ja hektaritagavara. Männi puhul valiti nii kultuurpuistute kui ka looduslikult uuenenud puistute puhul vanuseks 90 aastat ja diameetriks 28 cm. Looduslikult uuenenud aladel valiti samuti vanuseks 60 aastat või nooremad puistud, mis enamuspuuliigiti küpsusvanuse saavutanud. Valikute parameetrite aluseks on võetud Metsa majandamise eeskirjas lubatud raievanused ja küpsusdiameetrid (Metsa majandamise eeskiri, 2014, § 3 lg 1², § 3 lg.3).

Harvendusraie tulu arvutamise jaoks kasutati samuti Metsaregistri andmeid, kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu määratlemine toimus samamoodi nagu eelnevalt kirjeldatud. Valimisse võeti uuritavate kasvukohatüüpide 30-40 aastased puistud. Väljaraieprotsendiks määrati 30% iga puistu koosseisus oleva puuliigi tagavarast.

Info RMK metsakultiveerimise kasvukohatüübi ja puude lõikes pärineb RMK metsakasvatustalituse juhatajalt Toomas Väädilt, kellelt saadud andmete põhjal tehti kokkuvõtte. Nimetatud andmeid kasutati RMK poolt 2019.a. enim kultiveeritud kasvukohatüüpide välja selgitamiseks, millele järgnesid päringud Metsaregistri andmebaasist. Tabelis 2 on esitatud metsauuendamise mahud kasvukohatüübi lõikes, millest valiti edasiseks võrdluseks enim kultiveeritud ja looduslikult uuenenud kasvukohatüübid. Männi- ja kuusepuistute puhul valiti kolm enim kultiveeritud kasvukohatüüpi, looduslikult uuenenud aladel kaks kasvukohatüüpi. Kase puhul valiti kaks kasvukohatüüpi, aga edasise töö käigus selgus, et kultiveeritud kaasikute andmete maht ette antud parameetrite tõttu oli liiga väike, et neid üldistada ja usaldusväärseid tulemusi saada.

Tabel 2. RMK 2019. aasta metsauuenduse mahud hektarites kasvukohatüübi lõikes

Peapuuliik MA	Metsa- uuenduse maht (ha)	Peapuuliik KU	Metsa- uuenduse maht (ha)	Peapuuliik KS	Metsa- uuenduse maht (ha)	Looduslik uuendus	Metsa- uuenduse maht (ha)
KKT		KKT		KKT		KKT	
MS	476	JM	1011	AN	436	AN	1339
JM	393	JK	721	ND	158	ND	815
KM	390	SL	703	TA	57	TA	311
MO	324	JO	634	JO	54	TR	176
PH	286	ND	349	JM	35	JO	125
JO	271	AN	203	JK	22	JM	84
JP	227	MS	181			JK	75
JK	203	MO	113			LD	64
SN	192	TA	75			SJ	59
SS	160	JP	12			OS	51
KR	111					SS	51
SL	74					MO	38
KL	57					JP	12
RB	35						
KN	20						
AN	6						
Kokku	3318	Kokku	4204	Kokku	977	Kokku	3529

Puistutest tulevikus saadava materjali teada saamiseks kasutati A. Simsi koostatud sortimenteerimisprogrammi. Programmi miinuseks on asjaolu, et ei arvestata puistu kahjustustega, aga kuna seda ei tehta ühegi puuliigi juures, ei tohiks see tulemust oluliselt mõjutada. Edasised arvutused ja tabelid koostati Microsoft Office Exceli töökeskkonnas, kus arvutati erinevate tööde kulud ja tuleviku tulud.

Metsauuenduse ja valgustusraiete kulud on arvatud RMK 2019-nda aasta andmete põhjal, nähtavad tabelis 3 (RMK hinnaraamistik... 2019). Keskmine uuendusraie kompleksteenuse kulu ja transpordikulu pärineb Metsa- ja puidusektori sotsiaalmajandusliku mõju analüüsist, vastavalt 15,3 eur/tm ja 8,1 eur/tm (Metsa- ja puidusektori... 2020:24). Harvendusraie kompleksteenuse kulu on võetud RMK-st.

Tabel 3. Metsamajanduslike tööde kulud

Metsauuenduse hooldus	
Töö liik	Hind (eur/ha)
MUH taimede ümber	136,6
MUH koridorina	163,04
MUH ülepinnaaliselt	185,07
Valgustusraie välja raiuvate puude keskmine kõrgus m	
<1,5	223,28
>= 1,5 < 4,5	258,52
>= 4,5 < 7,5	284,96
>= 7,5	301,13
Harvendusraie kompleksteenuse	21,6
Uuendusraie kompleksteenuse eur/tm	15,3
Transport	8,1

Puistu majandamisest saadava tulu arvutamiseks kasutati Erametsakeskuse kodulehelt www.eramets.ee pärinevat puidu hinnainfot. Aluseks võeti 2020. aasta keskmised lõpplaod kokkuostuhinnad, mis on esitatud tabelis 4 (Puidu... 2021).

Tabel 4. 2020. aasta keskmised lõpplaos puidusortimentide hinnad (Tark Mets OÜ, 2021)

Sortiment	Aasta keskmine hind (eur/tm)
Männipalk	77,71
Männipeenpalk	70,77
Kuusepalk	68,07
Kuusepeenpalk	64,42
Kasepakk	109,98
Kasepalk	72,11
Haavapalk	44,55
Lepapalk	41,89
Männipaberipuit	34,58
Kuusepaberipuit	34,22
Kasepaberipuit	40,07
Haavapaberipuit	34,34
Küttepuit	27,17

Tabelis 5 on välja toodud harvendus- ja uuendusraiate kännuraha. Nende arvutamisel kasutati tabelis 3 välja toodud vastavalt harvendusraie või uuendusraie kompleksteenuse hinda ja transpordi kulu.

Tabel 5. 2020. aasta kännuraha harvendus- ja uuendusraietel

Sortiment	Kännuraha harvendusraie (eur/tm)	Kännuraha uuendusraie (eur/tm)
Männipalk	48,01	54,31
Männipeenpalk	41,07	47,37
Kuusepalk	38,37	44,67
Kuusepeenpalk	34,72	41,02
Kasepakk	80,28	86,58
Kasepalk	42,41	48,71
Haavapalk	14,85	21,15
Lepapalk	12,19	18,49
Männipaberipuit	4,88	11,18
Kuusepaberipuit	4,52	10,82
Kasepaberipuit	10,37	16,67
Haavapaberipuit	4,64	10,94
Küttepuit	-2,53	3,77

Peale eelnevat andmeanalüüsi ja arvutuste läbiviimist saadi puistut kirjeldavad koosseisud ja hektaritagavarad. Majanduslikult poolelt saadi harvendusraie tulu ja uuendusraie tulu.

Puistu majandamisest saadava tulu (eur/ha) arvutamisel arvestati metsa uuendamise kulu, metsauuenduse hooldamise kulu, valgustusraie kulu, harvendusraie kulu ja tulu ning uuendusraie tulu ja kulu. Arvutati pikaajaline keskmine tulu eur/ha kohta aastas, kus kogu majandamisest saadav tulu jagati puistu majandamise perioodiga.

Puistu majandamise skeemid valiti eelnevalt kirjeldatud puistute majandamisskeemidest ja RMK-lt saadud info põhjal. Keskmiselt tehakse männikultuurides kolm metsauuenduse hooldamist ja kaks valgustusraiet. RMK-st saadud andmete kohaselt tehakse Ia-I boniteedi kultuurpuistutes metsauuenduse hooldamist keskmiselt 4 korda ja valgustusraiet keskmiselt 2,2 korda. II-III boniteedi kultuurpuistutes tehakse keskmiselt 3,7 korda metsauuenduse hooldamist ja 1 kord valgustusraie. Kuusikute kirjeldatud majandamisskeemis tehakse keskmiselt kolm korda metsauuenduse hooldamist ja kaks valgustusraiet. RMK andmete põhjal tehakse hariliku kuuse kultuurpuistutes metsauuenduse hooldamist keskmiselt 3,8 korda ja valgustusraiet 1,4 korda. Kasekultuuride puhul tehakse keskmiselt kaks kultuuride hooldamist ja üks valgustusraie. RMK andmete põhjal tehakse keskmiselt 2,6 korda metsauuenduse hooldust ja 1,5 korda valgustusraiet. Looduslikule uuenemisele jäetud alade majandamisskeemides on keskmiseks valgustusraiete arvuks kaks. RMK andmete alusel tehakse looduslikult uuenenud aladel valgustusraiet keskmiselt 1,6 korda.

4. TULEMUSED

Tabelis 6 on näha uuritud kasvukohatüüpide lõikes kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu koosseisu erinevus. Kultuurpuistute puhul on ülekaalus sinna kultiveeritud okaspuuliik. Looduslikult uuenenud aladel on ülekaalus lehtpuud ja puistu koosseisus väikese osakaaluga on okaspuud. Mäni puhul on ka looduslikult üsnagi palju mändi või kuuske koosseisus, aga siiski peaaegu poole vähem okaspuud puistu koosseisus kui kultuurpuistus.

Tabel 6. Kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu keskmiste koosseisude võrdlus kasvukohatüübi lõikes.

Kasvukohatüüp	Kultuurpuistu koosseis (%)	Looduslikult uuenev puistu koosseis (%)
JM	78KU 10KS 8MA 3HB 1LV	48 KS 25HB 16KU 6MA 3LV 2LM
JK	73KU 11KS 9MA 4LV 3HB	54KS 19HB 17KU 6LV 4MA
SL	81KU 9KS 5LV 4MA 1HB	46HB 26KS 17KU 7LV 4MA
MS	77MA 11KU 10KS 2HB	44MA 27KU 19KS 8HB 2LM
JM	72MA 14KU 11KS 3HB	32KU 30KS 20MA 15HB 2LM
KM	80MA 9KU 8KS 3HB	40MA 26KS 23KU 9HB 2LM
ND		43KS 33HB 11LV 9KU 3LM 1MA
AN		43KS 22HB 20LM 8LV 5KU 2MA

Tabelis 7 on esitatud kultiveeritud ja looduslikult uuenenud alade hektaritagavara tm/ha erinevus kasvukohatüüpide kaupa. Igas kasvukohatüübis oli kultuurpuistu hektaritagavara suurem, olles vahemikus 45-66 tm/ha. Analüüsitud kuue kasvukohatüübi keskmine erinevus on 59 tm/ha.

Tabelis 7 on toodud hektaritagavarade keskmised väärtused, aga andmestikus olid suured varieeruvused. Jänesekapsa-mustika kuuse kultuurpuistute tagavara varieerus 222-407 tm/ha kohta. Loodusliku uuenduse puhul 182-397 tm/ha kohta. Jänesekapsa kasvukohatüübi kuuse kultuurpuistute puhul varieerus hektaritagavara 213-420 tm/ha kohta, loodusliku uuenduse puhul varieerus 185-373 tm/ha kohta. Sinilille kasvukohatüübi

kuuse kultuurpuistud varieerusid 206-372 tm/ha kohta, loodusliku uuenduse puhul oli hektaritagavara varieeruvus 157-355 tm/ha kohta.

Männi mustika kasvukohatüübi kultuurpuistu hektaritagavarade varieeruvus on 250-402 tm/ha kohta, loodusliku uuenduse puhul 202-403 tm/ha kohta. Mustika kasvukohatüübi männi kultuurpuistu varieeruvus 247-424 tm/ha kohta, loodusliku uuenduse puhul 190-363 tm/ha kohta. Karusambla-mustika kasvukohatüübi männi kultuurpuistu hektaritagavara varieerus 160-321 tm/ha kohta, loodusliku uuenduse puhul 160-321 tm/ha kohta.

Tabel 7. Kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu keskmine hektaritagavara (tm/ha) kasvukohatüüpide kaupa

Kasvukohatüüp	Enamus-puuliik	Vanus (a)	Kultuur-puistu (tm/ha)	Looduslikult uuenenud puistu (tm/ha)	Erinevus (tm)	Suhteline erinevus (%)
JM	KU	60	286	241	45	119
JK	KU	60	312	247	65	126
SL	KU	60	260	202	58	128
MS	MA	90	316	250	66	126
JM	MA	90	326	266	60	122
KM	MA	90	293	232	61	126
				Keskmine	59	

4.1. Metsakultiveerimise mõju metsamajanduse tasuvusele uuritud kasvukohatüüpides

Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi kuuse kultuurpuistu keskmine koosseis 78KU 10KS 8MA 3HB 1LV keskmine hektaritagavaraga 286 tm/ha kohta. Tabelis 8 on näha arvutatud puistu majandamise tulu 60 aasta pärast, selles kasvukohas oleks see 10354 eur/ha kohta. Samas kasvukohatüübis looduslikult uuenenult tekiks puistu, mille koosseis on 48KS 25HB 16KU 6MA 3LV 2LM, keskmise hektaritagavaraga 241 tm/ha kohta. Puistu majandamisest saadav tulu 60 aasta pärast oleks 8990 eur/ha kohta. Seega looduslikult uuenenud puistu tooks 1364 eurot hektari kohta vähem rahalist tulu kui kultiveeritud kuusepuistu. 2019. aastal uuendatud 1100 hektari jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi tulu erinevus arvutuste põhjal kuuse kultuur- ja loodusliku puistu vahel 60 aasta pärast on peaaegu 1,4 miljonit eurot kuusekultuuri kasuks.

Tabel 8. 60-aastase jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi kuuse kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	JM-KU	JM-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	485	0
Valgustusraie	259	543
Kulud kokku	1643	543
Harvendusraie tulu eur/ha	369	337
UR kännuraha eur/ha	11628	9196
Puistu majandamise tulu eur/ha	10354	8990
Tulu aastas eur/ha	173	150

Jänesekapsa kuuse kultuurpuistu keskmine koosseis on 73KU 9MA 11KS 4LV 3HB. Keskmine hektaritagavara on 312 tm/ha kohta. Tabelis 9 on näha arvutatud keskmine puistu majandamise tulu 60 aasta pärast on 11276 eur/ha kohta. Looduslikult uuenenud puistu keskmine koosseis on 54KS 19HB 17KU 6LV 4MA. Keskmine hektaritagavara on 247 tm/ha kohta. 60 aastase puistu majandamise tuluks on 9866 eur/ha kohta. See teeb keskmiseks vaheks kultiveeritud ja looduslikult uuenenud puistu vahel 1410 eur/ha kohta. 2019. aastal uuendatud jänesekapsa kasvukohatüübi 721 hektari kohta toob kuuse kultuurpuistu rahaliselt üle 1 miljoni euro rohkem tulu kui looduslikult uuenenud aladel sama kasvukohatüüp.

Tabel 9. 60-aastase jänesekapsa kasvukohaüübi kuuse kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	JK-KU	JK-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	485	0
Valgustusraie	259	543
Kulud kokku	1643	543
Harvendusraie tulu eur/ha	456	420
UR kännuraha eur/ha	12463	9989
Puistu majandamise tulu eur/ha	11276	9866
Tulu aastas eur/ha	188	164

Sinilille kasvukohatüübi keskmine puistu koosseis on 81KU 9KS 5LV 4MA 1HB keskmine puistu hektaritagavara 260 tm/ha kohta. Puistu majandamise tulusus 60-aastasest puistus oleks 9119 eurot. Looduslikult areneks sinilille kasvukohatüübis puistu koosseisuga 46HB 26KS 17KU 7LV 4MA keskmine hektaritagavara 202 tm/ha kohta. Tabelis 10 on näha looduslikult uuenenud puistu majandamise tulu 60-aastaselt oleks see 6633 eur/ha kohta. See teeb kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu rahaliseks erinevuseks 2486 eur/ha kohta. 2019. aastal uuendatud sinilille kasvukohatüübi puistu rahaline kaotus kokku kui jätta kogu 703 hektarit looduslikule uuendusele oleks 1,7 miljonit eurot.

Tabel 10. 60-aastase sinilille kasvukohatüübi kuuse kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	SL-KU	SL-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	485	0
Valgustusraie	259	543
Kulud kokku	1643	543
Harvendusraie tulu eur/ha	330	304
UR kännuraha eur/ha	10432	6872
Tulu eur/ha	9119	6633
Tulu aastas eur/ha	152	111

Tabelis 11 on näha mustika kasvukohatüübi kultiveeritud männi ja sama ala loodusliku uuenduse puistu majandamise tulukuse erinevus. Koosseis kultuurmänniku puhul keskmiselt oleks 77MA 11KU 10KS 2HB, keskmine hektaritagavara 316 tm/ha. Puistu majandamise tuluks 90-aastaselt oleks 13214 eur/ha kohta. Looduslikult areneks mustika kasvukohatüübis puistu, mille keskmine koosseis on 44MA 27KU 19KS 8HB 2LM keskmine hektaritagava 250 tm/ha. Puistu majandamise tulu 90-aastaselt oleks 11065 eur/ha kohta. Keskmiselt saab kultuurpuistust mustika kasvukohatüübis 2149 eur/ha kohta rohkem tulu. Kogu 2019. aastal uuendatud mustika kasvukohatüübi 476 hektari kohta teeb see rahalist kaotust loodusliku uuenduse puhul üle 1 miljoni euro.

Tabel 11. 90-aastase mustika kasvukohatüübi männi kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	MS-MA	MS-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	621	0
Valgustusraie	259	543
Kulud kokku	1779	543
Harvendusraie tulu eur/ha	323	266
UR kännuraha eur/ha	14670	11342
Puistu majandamise tulu eur/ha	13214	11065
Tulu aastas eur/ha	147	123

Jänesekapsa-mustika erinevuse männikultuur- ja loodusliku puistu vahel on toodud tabelis 12. Keskmiseks koosseisuks antud kasvukohatüübi männikultuur puistus on 72MA 14KU 11KS 3HB. Keskmisne hektarigavara on 326 tm/ha kohta. 90 aastase puistu majandamise tulu on 13573 eurot/ha kohta. Looduslikult uuenenud puistu puhul on keskmine koosseis 32KU 30KS 20MA 15HB 2LM. Keskmine hektaritagavara on 266 tm/ha kohta. Puistu majandamise tulukus 90-aastaselt oleks 11654 eur/ha kohta. Kultuurpuistu tooks selle aja jooksul keskmiselt 1919 eur/ha kohta rohkem sisse. 2019. aastal uuendatud 393 hektari mustika kasvukohatüübi kohta tooks looduslikule uuendusele jätmise 750 tuhat eurot vähem tulu.

Tabel 12. 90-aastase jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi männi kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	JM-MA	JM-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	621	0
Valgustusraie	259	543
Kulud kokku	1779	543
Harvendusraie tulu eur/ha	376	337
UR kännuraha eur/ha	14976	11860
Puistu majandamise tulu eur/ha	13573	11654
Tulu aastas eur/ha	151	129

Karusambla-mustika kasvukohatüübi keskmine koosseis kultuurmänniku puhul oleks 80MA 9KU 8KS 3HB. Keskmine hektaritagavara on 293 tm/ha kohta. Puistu majandamise tulu 90-aastases puistus 11825 eur/ha kohta, mis on välja toodud tabelis 13. Sama kasvukohatüübi loodusliku uuenduse puhul koosseis 80MA 9KU 8KS 3HB. Keskmine hektaritagavara 232 tm/ha kohta. Puistu majandamise tulukus 90. aastases puistus 10263 eur/ha kohta. Kultuurpuistu tooks selle ajaga 1562 eur/ha kohta rohkem kasu. 2019. aastal uuendatud karusambla-mustika kasvukohatüübi 390 hektari kohta on kultuurmännikute tulukus kokku 609 tuhat eurot rohkem.

Tabel 13. 90-aastase karusambla-mustika kasvukohatüübi kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	KM-MA	KM-LU
Kultuuri rajamine	899	0
Metsauuenduse hooldamine	621	0
Valgustusraie	259	543
Kokku kulud	1779	543
Harvendusraie tulu eur/ha	358	263
UR kännuraha eur/ha	13246	10534
Puistu majandamise tulu eur/ha	11825	10263
Tulu aastas eur/ha	131	114

Tabelis 14 on näha naadi kasvukohatüübi looduslikult uuenenud puistu keskmisi näitajaid 60-aastaselt. Keskmine koosseis on 43KS 33HB 11LV 9KU 3LM 1MA. Keskmine hektaritagavara on 233 tm/ha kohta. Puistu majandamise tuluks 60-aastases puistus on 7952 eur/ha kohta. 2019. aastal uuendati kokku 1332 hektarit selliseid puistuseid kogusummaga peaaegu 10,6 miljonit eurot.

Tabel 14. 60-aastase naadi kasvukohatüübi looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	ND-LU
Valgustusraie kulu	543
Harvendusraie tulu eur/ha	530
UR kännuraha eur/ha	7965
Puistu majandamise tulu eur/ha	7952
Tulu aastast eur/ha	132

Angervaksa kasvukohatüübi keskmine koosseis on 43KS 22HB 20LM 8LV 5KU 2MA. Keskmine hektaritagavara on 201 tm/ha kohta. Tabelis 15 on näha puistu majandamise tulukus 60-aastases puistus 6445 eur/ha kohta. 2019. aastal uuendati looduslikult angervaksa puistuid 815 hektarit ja eeldatav tulu üle 5,5 miljoni euro.

Tabel 15. 60-aastase angervaksa kasvukohatüübi looduslikult uuenenud puistu majandamise kulud ja tulud

Tegevus	AN-LU
Valgustusraie kulu	543
Harvendusraie tulu eur/ha	298
UR kännuraha eur/ha	6690
Puistu majandamise tulu eur/ha	6445
Tulu aastast eur/ha	107

4.2. Metsa uuendamise ja hooldusraiate kulud RMK 2019. aasta andmetel

Järgnevalt on esitatud metsa uuendamise ja hooldusraiate kulud RMK 2019. aasta uuendamis mahtude põhjal, näitamaks kulude erinevust olenevalt uuenduse tüübist. Lisaks on esitatud nende mahtude põhjal tulevikuks prognoositud tulud kasvukohatüüpide lõikes.

RMK külvi ja istutamise teel tehtud metsauuenduse maht 2019-ndal aastal oli 8499 hektarit, millest oli kuuske 4204 hektarit, mändi 3318 hektarit ja kaske 977 hektarit.

Looduslikule uuendusele jäeti 1662 hektarit ja looduslikule uuendusele kaasaaitamist koos maapinna ettevalmistusega tehti 1867 hektarit, seega oli RMK loodusliku uuenduse maht 3529 hektarit. Maapinna mineraliseerimist istutamiseks ja looduslikule uuendusele kaasaaitamiseks tehti kokku 10225 hektaril (RMK aastaraamat... 2020:22).

Järgnevalt esitatud arvud on näha tabelis 16. Maapinna mineraliseerimiseks kulus RMK-l kokku natuke üle 1,3 miljoni euro. Keskmiselt kulub metsakultuuri rajamiseks hektari kohta 769 eurot ja see teeb RMK 2019-nda kultuuride istutamise kuluks üle 6,5 miljoni euro. Järgneva 15-20 aasta jooksul tehakse nendes kuusekultuurides keskmiselt 3,8 korda metsauuenduse hooldust ja 1,5 korda valgustusraiet. Metsauuenduse hoolduse eeldatavaks maksumuseks on üle 2,7 miljoni euro ja juurde lisandub valgustusraie eeldatav maksumus, milleks on peaaegu 1,1 miljonit euro. Männikultuurides tehakse umbes 4 hooldust ja olenevalt boniteedist 1-2 valgustusraiet. Hooldamise kulud on kokku üle 2 miljonit euro ja valgustusraie peale kulub peaaegu 850 tuhat eurot. Kase kultuurides tehakse enamasti kas kõiki kolme hooldusliiki või siis kaks valgustusraiet. Arvutustes kasutati varianti, et tehakse kõiki hooldusi ühe korra ja üks valgustusraie. Kokku kuludeks hooldustel on 470 tuhat eurot ja valgustusraie peale kulub ligikaudu 250 tuhat eurot. Looduslikult uuenenud aladel kulub valgustusraiate peale ligikaudu 1,5 miljonit eurot. Kokku tehakse eelnevate metsakultuuride hoolduse peale peaaegu 5,3 miljonit eurot kulutusi ja valgustusraiate peale ligikaudu 3,7 miljonit eurot kulutusi. RMK poolt 2019.a. uuendatud alade 20 aastaseks metsaks kasvatamiseks kulub 16,7 miljonit eurot. RMK-le on see kuluks, aga töö tegijatele ja majandusele lisandväärtuseks. Kui jätta istutamistööd tegemata ning jätta kogu ala looduslikule uuendusele tuleks teha keskmiselt kaks valgustusraiet ja selle eeldatav maksumus oleks üle 6,5 miljonit euro.

Tabel 16. 2019-ndal aastal RMK poolt kultiveeritud kultuuride hoolduste kulud järgneva 20 aasta jooksul

	Maht (ha)	Kultuuri rajamine	Kultuuri hooldus	Valgustusraie
Kuusk	4204	3779396	2723141	1086818
Mänd	3318	2982882	2061507	857769
Kask	977	878323	473562	252574
LU	3529	0	0	1459707
Kokku	12028	7640601	5258209	3656869

Tabelis 17 on näha kui palju erinevate kasvukohatüüpide lõikes kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu RMK 2019-nda aasta uuendusmahtude juures tulevikus peaksid tulu tooma. Eraldi on välja toodud kultiveeritud ja loodusliku uuenduse erinevus, mis igal kasvukohatüübil näitab tulusust kultiveerimise kasuks. Nende kuue kasvukohatüübi puistude majandamise rahaline erinevus 3694 ha kohta on kokku üle 6,5 miljoni euro.

Tabel 17. Kultuur- ja looduslikult uuenenud puistu tulude kogusummad kasvukohatüübi lõikes ja kõik tulud kokku.

Kasvukohatüüp	Kultuurpuistu tulu (eur)	Looduslikult uuenenud puistu tulu (eur)	Vahe (eur)
JM	10465872	9088890	1376982
JK	8129996	7113386	1016610
SL	6410657	4662999	1747658
MS	6289864	5266940	1022924
JM	5334189	4580022	754167
KM	4611750	4002570	609180
Kokku (eur)	41242328	34714807	6527521

5. ARUTELU

Töös saadud kultuurpuistute ja looduslikult uuenenud puistute hektaritagavarade võrdluseks on kasutatud Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade diferentsmudelit. Tegemist on Eesti riigimetsa 1984-1993. aasta 206 metskonna takseerandmetega. Andmed on rühmitatud kasvukohatüüpide, enamuspüliikide, puistute vanuse ja tekkeviisi järgi (Kiviste 1999:28-36). Puistute vanuseridadest tehti väljavõtte, mis näitab töös kajastatud kasvukohatüüpide hektaritagavarasid kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu vahel ning on nähtavad tabelis 18.

Tabel 18. Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade väljavõtte

KKT	Enamuspüliik	Vanus (a)	Kultuurpuistu (tm/ha)	Looduslikult uuenenud puistu (tm/ha)	Erinevus (tm/ha)	Suhteline erinevus (%)
JM	KU	60	267	247	20	108
JK	KU	60	283	256	27	111
SL	KU	60	254	213	41	119
MS	MA	90	277	250	27	111
JM	MA	90	325	298	27	109
KM	MA	90	236	213	23	111
				Keskmine	27,5	

Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis, kui enamuspüliigiks on kuusk ja vanuseks 60 aastat, saadi uuritavas töös kultuurpuistu puhul hektaritagavaraks 286 tm/ha kohta, aga võrreldavas 267 tm/ha kohta, vahe 19 tm/ha kohta. Looduslikult uuenenud aladel vastavalt 241 tm/ha kohta ja 247 tm/ha kohta, vahe 6 tm/ha kohta. Jänesekapsa 60 aastase kuusiku puhul antud uuringus kultuurpuistute keskmine hektaritagavara 312 tm/ha kohta ja võrreldavas mudelis 283 tm/ha kohta, vahe 29 tm/ha kohta. Looduslikult uuenenud aladel käesolevas uuringus 247 tm/ha kohta ja võrreldavates andmetes 256 tm/ha kohta, vahe 9 tm/ha kohta. Sinilille kasvukohatüübi kuusiku antud uuringu hektaritagavara 260 tm/ha kohta ja võrreldava andmete puhul 254 tm/ha kohta, vahe 6 tm/ha kohta. Loodusliku uuenemise puhul antud uuringus 202 tm/ha kohta ja tabelis 18 välja toodud 213 tm/ha

kohta, vahe 11 tm/ha kohta. Kuuse kultuurpuistute puhul varieerub vahe 6-29 tm/ha kohta, aga samade kasvukohatüüpide loodusliku uuenemise puhul varieerub vahe ainult 6-11 tm/ha kohta.

Mustika kasvukohatüübi 90 aastase männiku kultuurpuistu keskmine hektaritagavara antud uuringus on 316 tm/ha kohta, võrreldavas uuringus on see 277 tm/ha kohta. Vahe 39 tm/ha kohta. Looduslikult uuenenud aladel antud uuringus 250 tm/ha kohta ja võrreldavas andmestikus samuti 250 tm/ha kohta. Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis antud uuringu tulemusel keskmine hektaritagavara 326 tm/ha kohta ja võrreldavas uuringus 325 tm/ha kohta, vahe ainult 1 tm/ha kohta. Looduslikult uuenenud aladel vastavad näitajad 266 tm/ha kohta ja 298 tm/ha kohta, vahe 32 tm/ha kohta. Karusambla-mustika kasvukohatüübi männiku keskmine hektaritagavara 293 tm/ha kohta, võrreldavas uuringus 236 tm/ha kohta, vahe 57 tm/ha kohta. Loodusliku uuenduse puhul näitajad 232 tm/ha kohta ja 213 tm/ha kohta, vahe 19 tm/ha kohta. Männikute puhul kahel kasvukohatüübil vahe üle 30 tm/ha kohta, aga ühel kasvukohatüübil oli keskmise hektaritagavara erinevus ainult 1 tm/ha kohta. Loodusliku uuenduse puhul antud näitajad ühe kasvukohatüübi puhul olid samad. Keskmiseks erinevuseks kultuurpuistu ja looduslikult uuenenud puistu vahel antud töös on 59 tm/ha kohta ja võrreldavas uuringus 27,5 tm/ha kohta.

Töös kasutatud Metsaregistri andmete analüüsi käigus saadud tulemuste põhjal on keskmine hektaritagavarade erinevus suurem kui võrreldavas Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade diferentsmudelil. Saadud tulemuste põhjal võib järeldada, et metsakultiveerimine on majanduslikult otstarbekas tegevus ja vajalik okaspuu metsade säilitamisel Eestis. Kindlasti tuleks erametsades metsakultiveerimise mahtusid tõsta kui soovime saada ka tulevikus kvaliteetset okaspuu puitu.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli analüüsida, kuidas mõjutab raiesmike kultiveerimine metsade liigilist koosseisu ja metsade majandamise tasuvust. Selleks kasutati RMK 2019-nda aasta uuendamismahtusid ja anti Metsaregistri andmete põhjal hinnang, millised puistud kultiveerides või looduslikult uuenedes tulevikumetsades kasvada võiks ja kuidas metsakasvatustlike võtete valik mõjutaks puistu majandamise tulusust. Hüpotees sai tõestust - metsakultiveerimine on pikas perspektiivis majanduslikult otstarbekas tegevus ja vajalik meie metsade okaspuu osakaalu säilitamisel.

Töö tulemusena selgus, et kui me soovime erametsades okaspuu osakaalu säilitada, tuleb metsi jätkuvalt uuendada kultiveerimise teel. Raiesmikke looduslikule uuendusele jättes kasvavad uues metsapõlves peamiselt lehtpuu enamusega puistud, milles okaspuu osakaal on tavaliselt väga väike. Kuna erametsade uuendamine on hetkel ligikaudu 30% kogu uuendusraie pindalast, siis jäävad paljud viljakad kasvukohad looduslikule uuendusele, kus võiks tulevikus kasvada väärtuslikum okaspuu. Selgus, et uuendusraie lankide uuendamine metsakultiveerimise teel on pikas perspektiivis kasulikum kui nende alade looduslikule uuendusele jätmise korral.

RMK kuuse ja männi 2019-nda aasta enim kultiveeritud kasvukohatüüpide põhjal tehtud arvutuste käigus selgus, et kui need alad oleks jäetud looduslikule uuendusele, oleks eeldatav rahaline kaotus nende 3694 hektari kohta üle 6,5 miljoni euro järgneva 60-90 aasta jooksul olenevalt puuliigist.

Kultuurpuistute keskmine hektaritagavara oli keskmiselt 59 tm/ha võrra suurem kui seda looduslikult uuenenud puistutes. Puistute koosseisude võrdlemine näitas, et kultuurpuistud, mis olid rajatud istutamise või külvamise teel, olid suures osakaalus just okaspuud. 60-aastaste looduslikult uuenenud alade koosseisus olid põhiliselt lehtpuud ja osaliselt okaspuud. 90-aastaste looduslikult uuenenud puistute koosseisus olid suures osas ka

okaspuud, aga sealt olid kõrge vanuse tõttu arvatavasti juba lehtpuu hakanud välja langema ja selle tõttu ka lehtpuu osakaal seal langenud.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aastaraamat Mets 2013. (2014). [e-väljaanne] Keskkonnaagentuur. https://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/Mets_2013.pdf (05.04.2021).
- Aastaraamat Mets 2018. (2020). [e-väljaanne] Keskkonnaagentuur. https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/mets2018_0.pdf (05.04.2021).
- Aastaraamat Mets 2019. Metsavarud. (2020). [e-väljaanne] Keskkonnaagentuur. https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/01_metsavarud_0.pdf (06.04.2021).
- Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise aruanne 2011-2016. (2017). *Keskkonnaministeerium*. https://www.envir.ee/sites/default/files/metsanduse_arengukava_taitmise_aruanne_2011-2016.pdf (07.05.2021).
- Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 täitmise aruanne 2011-2018. (2021). *Keskkonnaministeerium*. <https://eelroud.valitsus.ee/main#VqaW48Gr> (08.05.2021).
- Eesti metsanduse arengukava aastani 2020. (2011). https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf (07.05.2021).
- Harvendusraied. (2021). SA Erametsakeskus. [veebileht] <https://www.eramets.ee/harvendusraied/> (18.02.2021).
- Hooldusraied. (2021). SA Erametsakeskus. [veebileht] <https://www.eramets.ee/hooldusraied/> (18.02.2021).
- Jäärats, A.** (2020) Metsakasvatustlike võtete rakendamine noorendike koosseisu kujundamisel. (Sihtasutus Keskkonnainvesteeringute Keskus Metsanduse programmi projekti nr 15071 aruanne). Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut. (Tartu). https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6239/KIK_%20Metsakasvatustlike%20v%C3%B5tete%20rakendamine%20noorendike%20koosseisu%20kujundamisel.pdf?sequence=1&isAllowed=y (03.03.2021).
- Kasepuu, M.** (2016). Metsa loodusliku uuenduse tekkimine ja formeerumine viis aastat pärast lageraied. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli Põllumajandus-ja keskkonnainstituut. Tartu.
- Kiviste, A.** (1999). Eesti puistute kasvumudelitest. – *Pidev metsakorraldus*. EPMÜ Metsateaduskonna toimetised nr.32. Tartu: Eesti Põllumajandusülikool, lk.28-36.
- Laas, E.** (2001). Metsauuendamine ja metsastamine. Tartu: AS Atlex. 93 lk.

- Laas, E., Uri, V., Valgepea, M.** (2011). Metsamajanduse alused. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. 863 lk.
- Metsa- ja puidusektori sotsiaalmajandusliku mõju analüüs. (2020). (Aruanne). Ernst & Young Baltic AS. https://empl.ee/wp-content/uploads/2020/12/EY_EMPL_metsa-ja-puidusektori-uuring_2020_11.12.20.pdf (05.04.2021).
- Metsa majandamise eeskiri. (vastu võetud 27.12.2006, muudetud, viimati jõustunud 09.04.2021). – *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022014016?leiaKehtiv> (12.04.2021).
- Metsaomaniku käsiraamat. (2012). /Koost. V.Aitsam. SA Erametsakeskus. 288 lk.
- Metsaregister kui Eesti metsade andmeallikas. (2018). Keskühistu Eramets TÜ. [veebileht] <https://metsauhistu.ee/metsaregister-kui-eesti-metsade-andmeallikas/> (05.05.2021).
- Puidu hinnainfo. Keskmised puidusortimentide hinnad kuude kaupa (Excel). (2021). SA Erametsakeskus. [veebileht] <https://www.eramets.ee/uuringud-ja-statistika/hinnainfo/> (08.04.2021).
- RMK aastaraamat 2019. (2020). [e-väljaanne] Riigimetsa Majandamise Keskus. https://media.rmk.ee/files/RMK_aastaraamat_2019_EST.pdf (09.04.2021).
- RMK hinnaraamistik. Valgusturaie, metsauuenduse hooldamise ja liinitrassi aluse võsa raie hinnaraamistike kinnitamine. (03.01.2019). RMK. [veebileht] <https://adr.rmk.ee/dokument/31745> (01.04.2021).
- RStudio. (2021). About Rstudio. [veebileht] <https://www.rstudio.com/about/#> (02.05.2021).
- Tullus, H.** (2016). Lehtmetsade kasvatamine. Tartu: Erametsakeskus. 60 lk.
- Valgustusraied. (2021). SA Erametsakeskus. [veebileht] <https://www.eramets.ee/valgustusraied/> (19.02.2021).
- Varrik, R.** (2019). Metsauuenduse kordaminek sõltuvalt kultiveerimismeetodist RMK Võrumaa metskonnas. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Ärm, A.** (2018). Loodusliku uuenduse liigiline koosseis ja arvukus sõltuvalt maapinna ettevalmistusest. (Magistritöö). Eesti Maaülikooli Met sandus- ja maaehitusinstituut. Tartu

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning
juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Martti Maasik,
Sünniaeg 15.02.1996,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö
„Metsakultiveerimise majandusliku otstarbekuse analüüs“,
mille juhendaja on dotsent Paavo Kaimre,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, 29.05.2021
(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)